

菱形角柱背後の流れの三次元性

福山大学工学部

正会員 梅田 眞三郎

オリジナル設計（株）

正会員○神原 英 知

サンキット（株）

正会員 坂西 俊 一

1. まえがき

本研究では、フリップ・フロップ流れの発現¹⁾に関係する菱形を研究対象物体に選び、その菱形角柱幅 w に対して管路水深 d や管路幅 b を種々に変化させ、管路の上下及び左右の壁の菱形角柱背後の後流への影響を可視化計測実験によって調べた。

2. 実験方法

実験装置の概要を図1に示す。今回は、菱形のいずれの角も 90° となる正方形角柱とし、表1に示すような9種類の単一菱形角柱を有する試験管路を透明アクリル樹脂板で製作した。実験では、図1に示す上流側水槽水位 H_u と下流側の逆L字型助走管路末端の穴の数を調節することによって角柱まわりの流れを変化させた。下流端流量 Q を測定し、管路の横断面積を使って平均流速 U_0 を算定した。

Type A及びBの角柱後流域において、LDVを用いた平均流速及びその変動成分の計測を行った。流れの平面方向では、管路水深の中央断面を、流れの横断方向には後流域の三断面を選んでそれぞれの流速の計測を行った。

その他に、Type CからType Fまでの7種類の角柱管路を加え、LDVを用いた流速変動測定によってそれぞれの角柱後流域での流れの振動の変化を調べた。紙面の都合でそれらの結果については発表時に説明を行う。

3. 実験結果と考察

LDVによる平均流速 u と v より平均渦度 ω を求めた。Type A及びBでの等渦度線図の結果の二例を図2(a), (b)に示す。それらの平面位置については、いずれも $z=0$ である。

図2(a)に示すType Aの場合には、角柱背後の $y=0$ の中央部付近に等渦度線のコンターが盛り上がる形の部分がみられる。しかも Re 数が大きくなるにつれて($Re=170$ の場合の図を省略)、その部分が二つに分かれている。またそれらの部分を囲む正の渦度線が下流側に延びて、流れの回転が角柱背後の広い範囲にわたっていると思われる。

一方、Type Bでは、 Re 数が小さいときには、ほとんど全体にわたって負の渦度を示す同じ時計方向回転の結果を示し、しかもその等渦度線は下流側方向へと延びている。図2(b)に示す $Re=800$ の場合のように、 Re 数が大きくなると角柱のすぐ背後や左右の側壁近くに、小さな値であるが、正の渦度値があらわれ、それらの間に挟まれた領域に負の渦度値のコンターの盛り上がり部分も二三箇所あらわれている。これらのこ

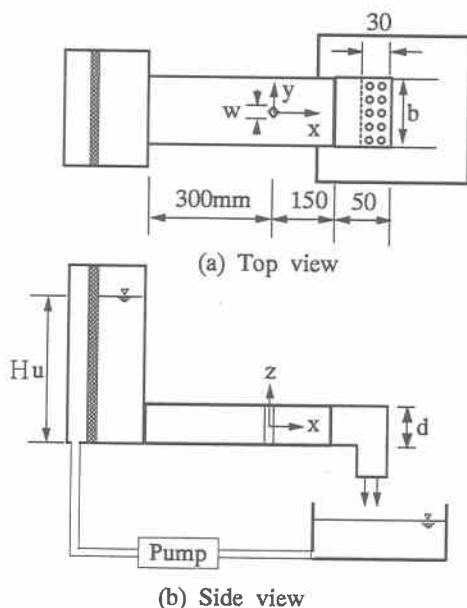


Fig.1 Schematic of experimental setup

Table 1 Kinds of Type

(Unit : mm)

Type	A	B	C	D	E-1	E-2	F-1	F-2	F-3
Width of duct b	180	180	20	20	40	70	70	100	300
Depth of duct d	60	60	20	20	20	20	20	20	20
Width of cylinder w	6	60	2	4	10	10	20	20	20
Aspect ratio d/w	10	1	10	5	2	2	1	1	1
Aspect ratio b/w	30	3	10	5	4	7	3.5	5	15

とから、 Re 数の増加とともにはっきりとした流れの回転ではなく、流動の変化が顕著にあらわれる流れになっていると思われる。

角柱の大小で渦度の変化を比較すると、小さな角柱の場合には渦度値の正負の差や場所的変化が大きく、 Re 数に比例して鮮明な回

転に伴う流動の変化があらわれている。一方、大きな角柱では、渦度値の正負の差が小さくなり、大きな波のような流動を示し、上下及び左右の管路壁の影響を受けていると思われる。

次に、後流域での鉛直断面でのLDVによる流速測定も流れの x と y 方向の平均流速成分 u 及び v とそれぞれの変動成分を測定した。紙面の都合により、それぞれの最下流側のⅢ断面におけるレイノルズ応力結果のみを示す。前述までの Re 数と比較する形でType A及びBの等レイノルズ応力分布の結果を図3(a),(b)に示す。

Type Aの結果を示す図3(a)のⅢ断面では、左右方向に正と負の順で4つの部分に、上下方向にもコンターの凹凸が2つにそれぞれ分かれているのが特徴的である。一方、図3(b)に示すType Bでは、中央部分を境として正負の値が完全に分かれている。Type Aと比較すると、Type Bでのいずれの断面のレイノルズ応力の絶対値も大きく、その分布が全く異なり、断面全体にわたって乱れの変動が広がった形となっている。流れの平面方向の結果と同様に、Typeによる管路壁の流れへの影響が異なっていることがわかる。

4. 結論

大小の単一菱形角柱を管路内に設置し、平面及び鉛直断面での流速及びその変動の測定結果から、上下及び左右の管路壁の流れへの影響の違いを明らかにすることができた。

さらに、角柱幅や管路断面の大きさを変化させて後流の振動を調べた結果、その流れは角柱幅及び角柱と管路壁に挟まれる部分での流速によって規定され、 Re 数が小さい場合の St 数の変化は大きくあらわれることを明らかにした。 Re 数が大きくなると、 St 数も一定値を示すようになり、カルマン渦列の場合と同様の振動を示すことも明らかにした。

<参考文献>

1)梅田眞三郎, Wen-Jei Yang: ネットワーク管路における流況特性, 可視化情報, Vol.16, No.61, pp.28-36, 1995

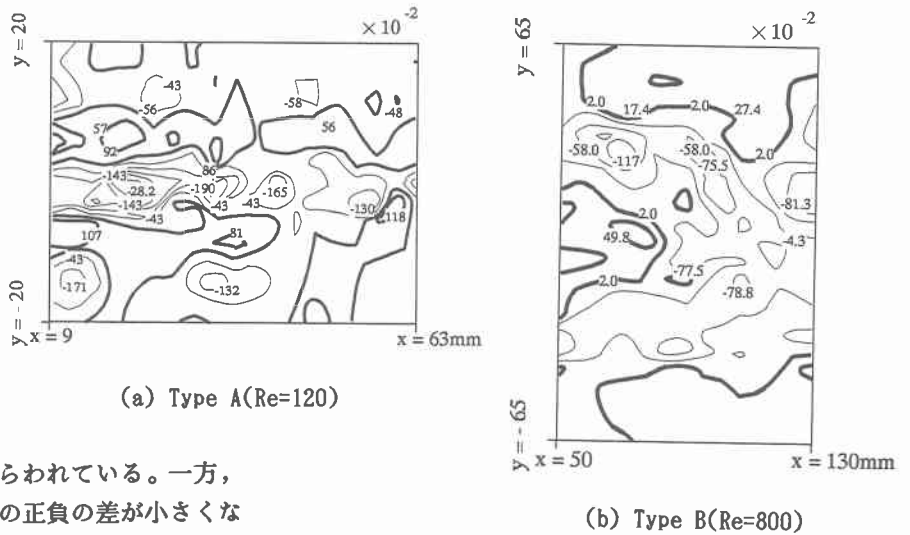
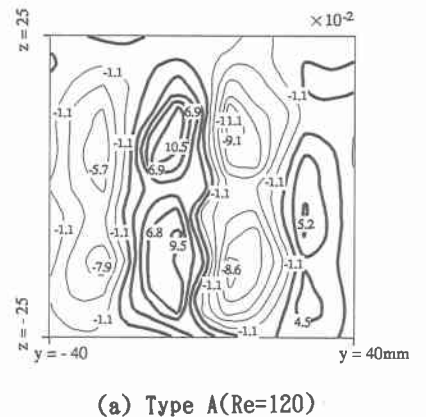
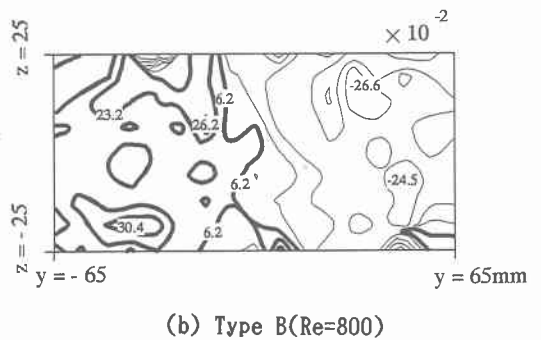


Fig.2 Iso-vorticity distribution on plane section



(a) Type A(Re=120)



(b) Type B(Re=800)

Fig.3 Iso-Reynolds stress distributions on third vertical section